

CLIPPEDIMAGE= JP411004553A

PAT-NO: JP411004553A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11004553 A

TITLE: PERMANENT MAGNET ROTATING MACHINE WITH CONCENTRATED  
WOUND STATOR

PUBN-DATE: January 6, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

ABUKAWA, TOSHIMI

ONISHI, KAZUO

SUZUKI, HIDEAKI

ISHII, HITOSHI

ABE, KEIICHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

JAPAN SERVO CO LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP10104443

APPL-DATE: April 15, 1998

INT-CL (IPC): H02K001/16;H02K003/487 ;H02K021/16

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a permanent magnet rotating machine with good safety in separated structure between motor and generator windings, large motor torque, and high generating voltage of the generator, by adopting an adequate number of turns of thick windings and a large winding coefficient of the stator winding made up of a stator magnetic pole number and a permanent magnet pole number.

SOLUTION: A magnetic pole 41 of a stator core 4 has a straight shape with a constant magnetic pole width, and a slot bottom surrounded

by the magnetic pole and a yoke 40 is made triangular. A stator winding made of winding 5 with a given turn number is molded to be engaged with the stator pole and mounted on the stator pole with an insulating material 6 in between. A wedge 13 made of insulating material is fitted to a small groove in the stator pole. Motor windings 5a are provided every other half the number of stator poles. In addition, generator winding 5b is provided at every remaining stator pole. In this case, the pole number (M) of the stator and the pole number (P) of the rotor have a relation;  $M:P=6n:(6n\pm 2)$  in the constitution, where n is an integer of 2 or above.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-4553

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月6日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 2 K 1/16  
3/487  
21/16

H 0 2 K 1/16  
3/487  
21/16

A  
Z  
G  
M

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-104443

(22) 出願日 平成10年(1998) 4月15日

(31) 優先権主張番号 特願平9-113595

(32) 優先日 平 9 (1997) 4月16日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000228730

日本サーボ株式会社  
東京都千代田区神田美土代町 7

(72) 発明者 虻川 俊美

群馬県桐生市相生町 3-93番地 日本サーボ株式会社研究所内

(72) 発明者 大西 和夫

群馬県桐生市相生町 3-93番地 日本サーボ株式会社研究所内

(72) 発明者 鈴木 英明

群馬県桐生市相生町 3-93番地 日本サーボ株式会社研究所内

(74) 代理人 弁理士 斎藤 春弥 (外 1 名)

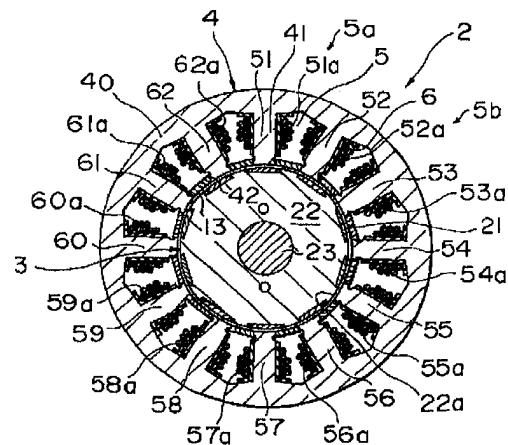
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 集中巻固定子を有する永久磁石回転電機

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 太線の総巻回数を確保すると共に、固定子巻線の巻線係数が大きくなる固定子磁極数Mと永久磁石磁極数Pの比とすることにより、電動機トルクが大きく、発電機の発生電圧が高く、しかも電動機用巻線と発電機用巻線を分離した安全性の高い永久磁石回転電機を提供。

【解決手段】 固定子鉄心4の磁極41は磁極幅が一定であるストレート形状で、磁極とヨーク40で画定されるスロットの底部が三角形状に形成され、固定子磁極に所定数の巻線を巻いた巻線5を、磁極に嵌着可能に成型した固定子巻線を絶縁物6を介して装着し、固定子磁極に設けた小溝に絶縁物で構成された楔13を嵌着する構成とする。次に、固定子磁極の半数に電動機用巻線5aを一つおきに配置し、残り発電用巻線5bを配置する構成とする。更に、固定子の磁極数Mと回転子の永久磁石の極数Pとの関係を、 $M:P=6n:(6n\pm 2)$ となるような構成とする。但し、nは2以上の整数とする。



4 : 固定子鉄心

5 : 固定子巻線

5 a : 電動機用固定子巻線

5 b : 発電機用固定子巻線

13 : 楔

41 : 固定子磁極

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 円環状ヨークに放射状に配置された複数個の固定子磁極を備えた固定子鉄心の固定子磁極に夫々巻線を巻装した固定子と、該固定子に空隙を介して回転自在に保持された複数個の磁極を有する永久磁石を備えた回転子とを備えた集中巻固定子を有する回転電機において、

固定子鉄心の磁極はその幅が全長に亘り一定であるストレート形状で、その先端近傍の両側のほぼ対称の位置に小溝を設け、隣接した磁極とヨークで画定されるスロットの底部が三角形に形成され、前記固定子磁極に所定数の巻線を巻いた巻線を、前記磁極に嵌着可能に成型した固定子巻線を絶縁物を介して装着し、前記固定子磁極に設けた小溝に楔を嵌着したことを特徴とする集中巻固定子を有する永久磁石回転電機。

【請求項2】 固定子磁極の半数に電動機用巻線をおき配置し、同様に残りの半数の固定子磁極に発電用巻線を配置したことを特徴とする請求項1に記載の集中巻固定子を有する永久磁石回転電機。

【請求項3】 電動機用巻線と発電用巻線の巻数を異なるようにしたことを特徴とする請求項2に記載の集中巻固定子を有する永久磁石回転電機。

【請求項4】 固定子の磁極数Mと回転子の永久磁石の磁極数Pとの関係を、 $(2/3) < (P/M) < (4/3)$ で、かつ $P \neq M$ となるようにしたことを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の集中巻固定子を有する永久磁石回転電機。

【請求項5】 固定子の磁極数Mと回転子の永久磁石の磁極数Pとの関係を、 $M:P=6n:(6n \pm 2)$ となるようにしたことを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の集中巻固定子を有する永久磁石回転電機（但し、nは2以上の整数である）。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、永久磁石回転電機に係り、特に電動機トルクと発電機の発生電圧が大きく、太線巻線化に適した集中巻固定子を備えた永久磁石回転電機に関する。

## 【0002】

【従来の技術】バッテリー等を電源とする回転電機は、低電圧で大電流が通電される。このため、この種の回転電機の固定子磁極に巻回する固定子巻線は、抵抗値を小とするために太線巻線が用いられている。従来のこの種の回転電機に用いられる固定子を図19を用いて説明する。

【0003】図19は、従来の回転電機の固定子84を示す軸方向から見た横断面図であるが、12個の夫々の固定子磁極85a1～85a12がヨーク86から中心に向けて放射状に、かつ周方向に等間隔に形成され、また、固定子磁極85a1～85a12の各先端部85b1～

85b12は周方向に広がった形状に形成されている。W0は隣接する固定子磁極、例えば85a1、85a2間のスリット幅であり、各固定子磁極間に形成されるスロット87の底部87aの形状は円弧形状に形成されている。

【0004】一般に、永久磁石回転電機は固定子磁極を有し、この磁極に固定子巻線を集中的に配置されていた。そして従来の永久磁石回転電機では、固定子の磁極数Mと永久磁石の磁極数Pとの比を $M:P=3:2$ とすることが一般的であった。更に、電動機用巻線と発電機用巻線が同一スロット内に巻回、配置されていた。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記従来の集中巻固定子を有する回転電機では、次のような問題点があった。

(1) 従来の回転電機の固定子では、図19に示すように固定子磁極の先端部が周方向に広がるように形成されているために、隣接する固定子磁極間のスリット幅が狭く、固定子磁極に装着される太線巻線を巻線機のノズルを用いて巻回する場合、ノズルが通過するスリット幅が狭いため、ノズルの幅寸法が制限され、このような太線巻線を巻回することができなかった。

(2) また、予め太線をボビン巻きした巻線を用いようとしても、前記スリット幅が狭いことにより、固定子の径中心側より固定子磁極に挿入することができなかった。

【0006】(3) 更に、スロット底部が円弧形状のため、スロット面積も小さく、巻線の総巻回数も制限される。

(4) また、固定子の磁極数Mと永久磁石の磁極数Pの比が $M:P=3:2$ のため、コギングトルクが大きく、しかも巻線の有効利用率を示す巻線係数が0.866と小さいため、電動機トルクが小さく、発電機の発生電圧の小さい回転電機となった。

(5) 更に、固定子の磁極数Mと永久磁石の磁極数Pの比が $M:P=3:2$ のため、電動機用巻線群と発電機用巻線群を別々の固定子磁極に配置することができず、両者の絶縁が共用となり、安全性に劣る。

【0007】本発明は、従来のものの上記問題点を解決するようにした集中巻固定子を有する永久磁石回転電機を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の集中巻固定子を有する永久磁石回転電機は、上記課題を解決するために、請求項1に記載のものでは、円環状ヨークに放射状に配置された複数個の固定子磁極を備えた固定子鉄心の固定子磁極に夫々巻線を巻装した固定子と、該固定子に空隙を介して回転自在に保持された複数個の磁極を有する永久磁石を備えた回転子とを備えた集中巻固定子を有する回転電機において、固定子鉄心の磁極はその幅が全

長に亘り一定であるストレート形状で、その先端近傍の両側のほぼ対称の位置に小溝を設け、隣接した磁極とヨークで画定されるスロットの底部が三角形形状に形成され、前記固定子磁極に所定数の巻数を巻いた巻線を、前記磁極に嵌着可能に成型した固定子巻線を絶縁物を介して装着し、前記固定子磁極に設けた小溝に楔を嵌着した構成とした。この構成によれば、固定子磁極が上述のように、磁極幅が一定のストレート形状で、スロット底部も三角形形状に形成されていることにより、隣接する固定子磁極間のスリット幅も広がる。このため、予めボビン巻きされた太線の固定子巻線を固定子鉄心の軸中心側より固定子磁極に挿入できる。更に、スロット面積が増加し、従って固定子巻線の総巻回数を増加させることができる。

【0009】請求項2に記載の集中巻固定子を有する永久磁石回転電機では、固定子磁極の半数に電動機用巻線の一つおきに配置し、同様に残りの半数の固定子磁極に発電用巻線を配置した構成とした。このような構成にすると、電動機用巻線と発電機用巻線の両巻線の絶縁が完全に分離され、安全性が向上した回転電機が得られる。また、端末処理本数も少なくすることができる。

【0010】請求項3に記載の集中巻固定子を有する永久磁石回転電機では、電動機用巻線と発電用巻線の巻数を異なるように構成した。このような構成にすることにより、発電機出力の負荷による電圧降下分を考慮し、予め発電機電圧を大きくしておくことができる。

【0011】請求項4に記載の集中巻固定子を有する永久磁石回転電機では、固定子の磁極数Mと回転子の永久磁石の磁極数Pとの関係を、 $(2/3) < (P/M) < (4/3)$ で、かつ $P \neq M$ となるように構成した。このようなMとPの範囲の組合せでは、固定子巻線の有効利用率を示す上述の巻線係数は、従来のものと比較して同等か、或いは大きい数値を得ることができる。

【0012】請求項5に記載の集中巻固定子を有する永久磁石回転電機では、固定子の磁極数Mと回転子の永久磁石の磁極数Pとの関係を、 $M:P=6n:(6n \pm 2)$ となるように構成した（但し、nは2以上の整数である）。このようなMとPの比にしたことにより、巻線係数が、n=2では0.933、n=3では0.970、n=4では0.983と大きな数値となるため、大きな電動機トルク、発電電圧が得られ、しかもコギングトルクが小さな回転電機となる。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明の集中巻固定子を有する永久磁石回転電機の一実施の形態について、図1を用いて説明する。図1は、本発明にかかる3相の上記永久磁石回転電機の実施の形態を示す一部を切り欠いて示す縦断面図である。

【0014】同図において、本発明の永久磁石回転電機1は、固定子2と回転子3から成る。固定子2は、固定

子鉄心4と固定子巻線5、固定子巻線5を絶縁するインシュレータ6、固定子巻線5からの端末線（図示せず）を結線する接続板7、接続板7の出力端子8と電気的に接続されるケーブル10が、フロントカバー11に固定されたブッシュ9を介し、引き出されている。また、軸方向の両端には、固定子鉄心4を内周面に固定した放熱フィン11aを設けたフロントカバー11、フロントカバー11と嵌合されたリアカバー12が配置されている。

10 【0015】一方、回転子3は、固定子鉄心4に空隙を介して対向する永久磁石21が回転子鉄心22に固定され、回転子鉄心22はシャフト23に圧入され、又はキイ（図示せず）で固定されている。回転子鉄心22の軸方向の一方端には、回転子鉄心22の軸方向位置を規定する押え板24がシャフト23にねじ込められるナット25bのみにより固定されている。また、回転子鉄心22の他方端には、永久磁石21と同一極数となる磁極位置検出用磁石26を固定した取付板27が配置される。

20 【0016】ここで、磁極位置検出用磁石26は、永久磁石21の端面より軸方向に所定の空隙距離を有して配置されている。シャフト23の両端には、ボールベアリング28a、28bが設けられ、夫々フロントカバー11とリアカバー12の内径部に挿入、嵌合されている。ボールベアリング28aは、内輪をナット25a、外輪をフロントカバー内径部に螺合されるナット25cにより軸方向に移動しないように固定される。

【0017】磁極位置検出用磁石26と軸方向に空隙を介して、フロントカバー11の軸受支承部分の永久磁石21に対向する先端部11bに、回転子3の永久磁石21の位置を検出する磁極位置検出器26を配置した基板29が固定されている。この磁極位置検出器は、一般にはホールIC、ホール素子等で構成され、機械角120度ピッチで3個円周方向に設けられている。

【0018】次に、図2に固定子巻線5として電動機用巻線と発電機用巻線を設けた本発明の集中巻固定子を有する永久磁石回転電機1の横断面図を示す。また、図3に本発明の永久磁石回転電機1に用いられる固定子鉄心4の横断面図を示す。図2、図3において、固定子2は、固定子鉄心4と固定子巻線5、固定子巻線5の絶縁物であるインシュレータ6と固定子巻線5の落下防止と絶縁を兼ねた楔13で構成される。

【0019】更に、図2、図3を用いて各部の構造を説明する。まず、固定子鉄心4は、固定子鉄心ヨーク40と51から62までの符号が付された12個の磁極を備えた固定子磁極41で構成される。次に、固定子磁極41の内径側先端部に図3に示すように、2個の溝42a、42bを設け、その断面形状は、先端から基部までが同一形状となるように磁極厚みが内外径方向共同一厚みのストレート形状で構成されている。このように固定子磁極41の形状をストレート形状としたから、隣接

する固定子磁極41間、例えば磁極番号55、56間のスリット部寸法Wは、図19に示した従来例のスリット寸法W0よりも広くなるように形成できる。

【0020】また、固定子巻線5が配置されるスロット70の外径方向の底部70aの断面形状は従来の軸中心からの円弧形状でなく、図示のように直線で結んだ三角形形状に形成される。このため、固定子鉄心のヨーク40の径方向厚みは、固定子磁極41のヨーク40の厚み $t_1$ に対し、固定子磁極間のヨーク40の中央部の厚みは $t_2$ と小さい。このように、スロット底部70aの形状を三角形形状にしたことにより、スロット70の断面積を大きくできる。

【0021】固定子鉄心4と空隙を介して対向する回転子3は、図2に示すように10極（又は14極）の永久磁石21と薄鉄板を積層してなる回転子鉄心22で構成される。なお、後述する図5の表1に示すように、固定子磁極が12個の永久磁石の磁極は10極でも14極でも同一の巻線係数である。

【0022】各永久磁石21は、その外径部に補強リングを設けず、直に空隙を介して固定子鉄心4と対向してなる。また、永久磁石21は略台形状で、回転子鉄心22の逆台形状溝に挿入され、接着剤等で固定される。なお、永久磁石21の断面形状を、図示のように固定子鉄心4と空隙を介して対向する上面を円弧状となし、回転子鉄心22と接する下面は平坦で両側面はテーパを付けるように形成すると、空隙の磁束分布を正弦波に近づけると共に、回転子鉄心22との固着が強固に構成でき、かつ安価に製造できる特徴がある。

【0023】本発明の固定子の磁極数Mと回転子の永久磁石の磁極数Pについては、多くの組合せが可能である。このMとPとの組合せをどのように選定するかの検討に当たり、MとPとの組合せと巻線係数との関係を $(2/3) < (P/M) < (4/3)$ で、かつ $P \neq M$ となる関係の範囲で計算をすると図5に示す表1のようになる。表1によると、MとPの全部の組合せの巻線係数が0.866以上であることが分かる。

【0024】従って、MとPの比が3:2の従来の集中巻固定子を有する回転電機では、上述のように巻線係数Kが0.866であるので、従来より実施されているMとPの組合せと同一の値か、或いはそれ以上の高い数値を示している。特に、「永久磁石の磁極数P」の欄に\*の記号を付したものは最大の巻線係数Kとなる組合せを示している。

【0025】この巻線係数Kが最大となる固定子の磁極数Mと永久磁石の磁極数Pとの組合せの関係を一般式で表現すると、 $M:P=6n:(6n \pm 2)$ となる。但し、nは2以上の整数である。また、表1の「永久磁石の磁極数P」の欄に#の記号を付したものは、上記の最大の巻線係数Kの組合せに次いで巻線係数Kが大きいMとPの組合せを示している。

【0026】以上の検討により、以下に説明する本発明の実施の形態では、表1の固定子磁極の個数Mを12、永久磁石の磁極数Pを14とした組合せを採用した構成について説明する。

【0027】図4に、本発明の集中巻固定子を有する永久磁石回転電機1の実施例で用いられる12個の固定子磁極41と14極の永久磁石21の場合の、磁界解析による1/2断面の磁束分布図を示す。図2では図示の都合上、永久磁石21は10極の場合を示しているが、この図2と図4の磁束分布図とを見比べると分かるように、磁束は固定子磁極51から空隙を通り、永久磁石21と回転子鉄心22を通過した後、夫々異極の永久磁石21と空隙を通り、固定子磁極52と同62に分割され、固定子磁極51に戻る。

【0028】このため、固定子磁極51と対向する180度位置の固定子磁極57に固定子巻線5を配置すれば、固定子巻線5に磁束が鎖交するので、3相の電動機、発電機の1相分を構成できる。また、この場合でも巻線係数は0.933と大きい値となる。

【0029】また、図4に示した磁束分布図より、固定子磁極41と永久磁石21が磁気的な介在物がなく、直に空隙と対向していることにより、隣接する永久磁石21間の漏洩磁束がほとんどないため、有効磁束が多いことが分かる。

【0030】図2に戻り、本発明における別の特徴である固定子巻線5の配置について説明する。固定子巻線5は、6個の電動機用固定子巻線5aと6個の発電機用固定子巻線5bの12個で構成される。電動機用固定子巻線5aは、図示のように一つおきに固定子磁極41の磁極番号51、53、55、57、59、61に対し装着される。また、発電機の固定子巻線5bは、残りの固定子磁極41の磁極番号52、54、56、58、60、62に対して装着される。

【0031】従って、図2では夫々総括される電動機用の固定子巻線5aを51a、53a、55a、57a、59a、61aで示し、また発電機用の固定子巻線5bを52a、54a、56a、58a、60a、62aで示している。夫々の電動機用固定子巻線5aと発電機用固定子巻線5bより成る固定子巻線5は、予め、巻線治具を用いて図6に示すようにボビン巻きされ、巻初めと巻終りの端末線が1巻線当たり2本が引き出される。

【0032】図7に各固定子磁極41に装着される絶縁体よりなるL断面形状のインシュレータ6の斜視図を示す。図2に示す固定子磁極41に、この固定子磁極41を包み込むような図7に示す断面が長方形の孔を備えたインシュレータ6が各固定子磁極41毎に挿入され、更に、電動機用固定子巻線5aと発電機用固定子巻線5bがインシュレータ6を介して、所定の各固定子磁極41に挿入される。インシュレータ6の挿入後の状態は図2に示されている。

【0033】固定子巻線5を挿入した後、固定子磁極41の溝部42に絶縁材から成る図8に示す薄板状の楔13が、軸方向から挿入され、巻線5の絶縁と落下防止に利用される。楔13を挿入した後、固定子巻線5をワニス又はモールド材により固定する。図9に電動機用固定子巻線5aの接続図を示す。電動機用固定子巻線5aは、3相永久磁石電動機では、巻線はU、V、W相の3相から成る。

【0034】U相は、固定子磁極41の磁極番号51（以下単に固定子磁極51という。他の磁極番号についても同様の表示をする）に配置された固定子巻線51aのU1(+)と、固定子磁極51と180度対向位置の固定子磁極57に配置した固定子巻線5aの固定子巻線番号57a（以下単に固定子巻線57aという。他の巻線番号についても同様の表示をする）のU1(-)が直列に接続され、U相が構成される。

【0035】次に、V相は、固定子磁極53に配置された固定子巻線53aのV1(-)と180度対向位置の固定子磁極59に配置した固定子巻線59aのV1(+)が直列に接続され、V相が構成される。同様に、W相は、固定子磁極55に配置された固定子巻線55aのW1(+)と、それに180度対向する位置の固定子磁極61に配置された固定子巻線61aのW1(-)が直列に接続され、W相が構成される。U、V、W相の固定子巻線57a、59a、61aの巻終り末端は接続されて中性点となる。ここで、(+)と(-)の記号は、巻線の巻回方向を示し、(+)の場合は例えば時計方向、(-)は反時計方向を示す。

【0036】図10に発電機用固定子巻線5bの接続図を示す。発電機用固定子巻線5bは、3相永久磁石発電機では、巻線はU、V、W相の3相からなる。U相は、固定子磁極52に配置された固定子巻線52aのU2(-)と、固定子磁極52と180度対向位置の固定子磁極58に配置した固定子巻線58aのU2(+)が直列に接続され、U相が構成される。次に、V相は固定子磁極54に配置された固定子巻線54aのV2(+)と、180度対向位置の固定子磁極60に配置した固定子巻線60aのV2(-)が直列に接続され、V相が構成される。同様に、W相は固定子磁極56に配置された固定子巻線56aのW2(-)と、180度対向位置の固定子磁極62に配置した固定子巻線62aのW2(+)が直列に接続され、W相が構成される。

【0037】U、V、W相の固定子巻線58a、60a、62aの巻終り末端は接続されて発電機の中性点となる。記号(+)と(-)は、電動機用巻線5aの場合と同様に、巻線の巻回方向を示し、(+)の場合は例えば時計方向、(-)は反時計方向を示す。このように、本発明の集中巻固定子を有する永久磁石回転電機1では、電動機用固定子巻線5aと発電機用固定子巻線5bが一つおきに別個の固定子磁極41に配置されるので、両者の絶縁

が完全に分離される。

【0038】電動機用固定子巻線5aの巻回数N1に対し、発電機用固定子巻線5bの巻回数N2は、同一巻回数のみならず、発電機出力の負荷での電圧降下分を考慮し、予め発電電圧を大きくするように $N1 < N2$ にしても良い。

【0039】本発明の集中巻固定子を有する永久磁石回転電機1は、上述の実施の形態では、固定子の磁極数Mが12個、永久磁石の磁極数Pが14極のもので説明したが、 $M : P = 6n : (6n \pm 2)$ の条件で構成した $M = 12$ 個、 $P = 10$ 極のものでも、同一巻線係数の0.933が得られる。但し、nは2以上の整数である。

【0040】電動機用固定子巻線5aのU相を構成する固定子巻線51aは時計方向、固定子巻線57aは反時計方向でボビン巻きされ、固定子巻線51aの巻終りと57aの巻始めを接続し、U1(+)とU1(-)の位相で構成されるが、固定子巻線51aと57aを同一巻回方向（例えば時計回り方向）でボビン巻きし、固定子巻線51aの巻終りと巻線57aの巻終りを接続すれば、U1(+)、U1(-)の位相が得られる。上記のように、他の電動機用固定子巻線5aのV、W相、発電機用固定子巻線5bのU、V、W相も同一方法で固定子巻線5の必要な構成位相が得られる。

【0041】固定子磁極41は、上述のように、磁極幅が全長に亘り一定であるストレート形状としたが、これに代えて固定子鉄心のヨーク40側の磁極幅が大きく、内径側に向かうに従い磁極幅が小さくなるテーパ状としても、隣接固定子磁極間のスリット幅が広くなるので、ボビン巻きされた巻線5を磁極41に円滑に装着できる。また、上記実施の形態で示した本発明の集中巻固定子を有する永久磁石回転電機は、固定子磁極41の個数Mの半分に一つおきに電動機用固定子巻線5aを配置し、残りの半分に発電機用固定子巻線5bを設けた電動機、発電機の構成とした場合である。

【0042】ところで、電動機単独の集中巻固定子を有する回転電機とするには、固定子磁極41の個数Mの半分に一つおきに電動機用固定子巻線5aを配置し、残りの半分の固定子磁極41にも電動機用固定子巻線5aを配置する構成とすれば良い。同様に、固定子磁極41の個数Mの半分に一つおきに発電機用固定子巻線5bを配置し、残りの半分の固定子磁極41にも発電機用固定子巻線5bを配置する構成とすれば、発電機単独の集中巻固定子を有する回転電機となる。ここで、電動機用固定子巻線5、及び発電機巻線5bの巻回数は前の場合の2倍とされている。

【0043】図11の巻線接続図に示すように、予めボビン巻きした太線から成る12個の固定子巻線5を12個の固定子磁極41全数に挿入配置し、U相を固定子巻線51aのU1(+)、52aのU1(-)、57aのU1(-)、58aのU1(+)の4個で、次に、V相を固定子

巻線53aのV1(-)、54aのV1(+)、59aのV1(+)、60aのV1(-)の4個で、更に、W相を固定子巻線55aのW1(+)、56aのW1(-)、61aのW1(+)、62aのW1(-)の4個で構成し、各相毎に直列に接続した構成とすれば、同様に、単独の電動機、発電機となる集中巻固定子を有する回転電機が得られる。

【0044】ところで、図9、図10及び図11は夫々本発明の集中巻固定子を有する回転電機に用いる固定子巻線の結線図であって、全巻線が単独に電動機用巻線5aとして、あるいは発電機用巻線5bとして形成した場合、又は電動機用巻線5a又は発電機用巻線5bを単独に用いた場合において、同相の巻線5を直列に接続した場合を夫々示しているが、同相の巻線5を並列に接続することもできる。即ち、本発明の永久磁石回転電機に\*

$$\phi D2 \text{の断面積} = (\phi D1 \text{の断面積}) / 2 \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$\phi D3 \text{の断面積} = (\phi D2 \text{の断面積}) / 2 \quad \dots \dots \dots (2)$$

【0046】図2に示した固定子2の構造では、固定子鉄心4の磁極41にインシュレータ6を装着して、このインシュレータ6を介して固定子巻線5を装着しているが、図15に示すように、固定子鉄心4の磁極41の内周側に合成樹脂等の皮膜を付着させた絶縁構造41Gを施した磁極に構成すると、この絶縁構造41Gによりインシュレータ6の代用となり、従って、本発明の集中巻固定子を有する永久磁石回転電機では、固定子鉄心4の磁極41にインシュレータ6を省略した構成も考えられる。

【0047】図8に示した前記絶縁材による薄板状の楔13の代わりに、空気より透磁率が大い、例えば合成樹脂と鉄粉を加熱・加圧により積層板化した磁性楔を用いることにより、固定子磁極溝42a、42bの磁束密度の落ち込みによる永久磁石に発生するうず電流損を低減できる。このため、回転子3の温度上昇の軽減や、回転電機1の効率向上、更に、振動、騒音の低減ができる。

【0048】一方、磁性楔形状を、図8に示す薄板状の他に、図18に示すように、幅W'のほぼ中央部の板厚を薄くしたV字ブロック形状に構成した磁性楔13'とすれば、隣接固定子磁極41間で漏洩する磁束を減少させることができる。固定子鉄心4の形状を図3とは異なり、図16に示すように、磁極幅が一定のストレート形状の磁極と、先端にボールシューを形成した磁極とを交互に配置し、ストレート形状の磁極には予め成型した巻線5を装着し、ボールシューを形成した磁極には巻線機のノズルにより巻線を巻き付けるようにすることもできる。

【0049】

【発明の効果】本発明の集中巻固定子を有する永久磁石回転電機は、上述のように構成したために、以下のような優れた効果を有する。

\*用いる固定子巻線5として、図12では電動機用巻線5aを、図13では発電機用巻線5bを、夫々コイル単体を並列に接続して一相を形成した場合の接続図を示し、図14は電動機用巻線5a又は発電機用巻線5bの単独機において、巻線5を直列にしたものを並列に接続して一相を形成した場合を示している。また、巻線5を並列にしたものを直列に接続して、一相を形成してもよい。

【0045】なお、並列に接続する場合には、各巻線5a、5bの巻数が同数となるようにする必要があるが、図9乃至図11及び図12乃至図14に示した接続例について、電動機用巻線5aと発電機用巻線5bの各巻線の線径と巻数の関係の一例を図17の表2に示す。同表において、 $\phi D1$ と $\phi D2$ は次の(1)式、 $\phi D2$ と $\phi D3$ は次の(2)式の関係がある。

※(1)本発明の回転電機は、隣接する固定子磁極間のスリット幅寸法が大きいため、予めボビン巻きされた太線の固定子巻線を、固定子鉄心の径中心側より固定子磁極に挿入できるので、巻線抵抗が小さくなり、高出力で損失の少ない回転電機が得られる。

(2)スロット底部の形状を三角形としたことにより、スロット面積が増加し、固定子巻線の巻回数を増やすことができるため、大きな電動機トルクと発電電圧が得られる。

(3)固定子の磁極数Mと永久磁石の磁極数Pとの比が、 $M:P=6n:(6n\pm 2)$ で構成されていることにより、巻線係数が0.933と大きくなり、大きな電動機トルク、発電電圧が得られる。また、コギングトルクが小さな回転電機となる。但し、nは2以上の整数とする。

【0050】(4)固定子の磁極数Mの半分の個数( $M/2$ )で、夫々電動機用固定子巻線と発電機用固定子巻線を配置したことにより、両者の絶縁が完全に分離されるため、安全性が向上する。また、端末処理本数も少ないことにより、接続板との接続作業時間を短縮することができる。

(5)固定子鉄心と永久磁石が空隙を介して直に対向していることにより、永久磁石の漏洩磁束が少ない。従って、有効磁束が増加し、大きな電動機トルクが得られ、インダクタンスも小さくなる。

(6)電動機用巻線と発電機用巻線の巻回数を異なるように構成することにより、発電機出力の負荷による電圧降下分を考慮し、予め発電機電圧を大きくしておくことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の回転電機の一実施の形態を示す一部を切り欠いた縦断面図である。

【図2】本発明の回転電機における電動機用巻線と発電

機用巻線を設けた電動発電機の横断面図である。

【図3】本発明の回転電機における固定子鉄心の径方向の断面図である。

【図4】本発明の回転電機における固定子磁極と永久磁石回転子の磁界解析による半分断面の磁束分布図である。

【図5】固定子の磁極数Mと永久磁石の磁極数Pの組合せによる巻線係数Kを示した表1となる図表である。

【図6】本発明の回転電機におけるボビン巻き巻線の斜視図である。

【図7】本発明の回転電機における固定子磁極に挿入されるインシュレータの斜視図である。

【図8】本発明の回転電機における固定子磁極の溝に挿入される楔の斜視図である。

【図9】本発明の回転電機の電動機用固定子巻線の直列接続図である。

【図10】本発明の回転電機の発電機用固定子巻線の直列接続図である。

【図11】本発明の回転電機の固定子巻線の他の実施例を示す直列接続図である。

【図12】本発明の回転電機の電動機用固定子巻線の並列接続図である。

【図13】本発明の回転電機の発電機用固定子巻線の並列接続図である。

【図14】本発明の回転電機の電動機用単独機の固定子巻線と発電機用単独機の固定子巻線を直列及び並列に接続して一相を形成した接続図である。

【図15】本発明の回転電機における固定子鉄心の磁極に合成樹脂等の皮膜を付着させた状態を示す横断面図で

ある。

【図16】本発明の回転電機における固定子磁極において、ストレート形状の磁極と先端にポールシューを形成した磁極とを交互に配置した固定子鉄心の横断面図である。

【図17】電動機用巻線と発電機用巻線の線径と巻数の関係を示す表2となる図表である。

【図18】本発明の回転電機における固定子磁極の溝に挿入される他の構成例の楔の斜視図である。

10 【図19】従来の回転電機における固定子鉄心の横断面図である。

【符号の説明】

1：永久磁石回転電機

2：固定子

3：回転子

4：固定子鉄心

5：固定子巻線

5a：電動機用固定子巻線

5b：発電機用固定子巻線

20 13、13'：楔

21：永久磁石回転子

22：回転子鉄心

40：固定子鉄心ヨーク

41：固定子磁極

42a、42b：固定子磁極溝

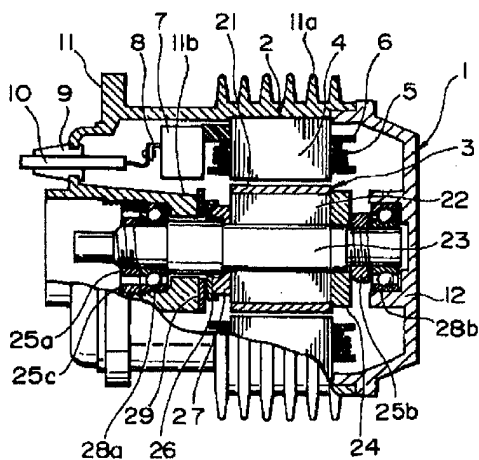
51～62：固定子磁極番号

51a～52a：固定子巻線番号

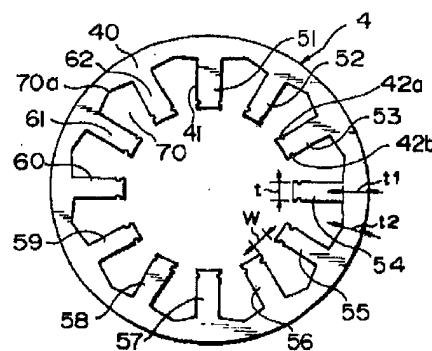
70：スロット

70a：スロット底部

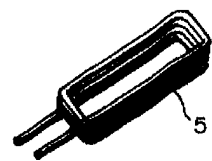
【図1】



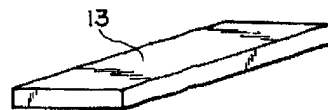
【図3】



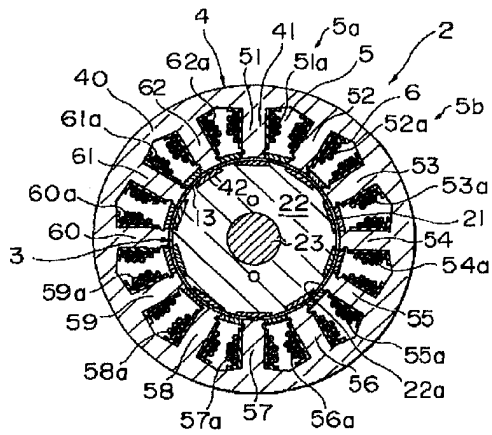
【図6】



【図8】

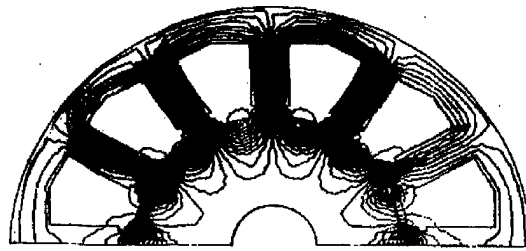


【図2】

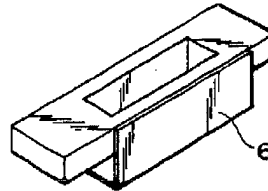


- 4: 固定子鉄心  
 5: 固定子巻線  
 5a: 電動機用固定子巻線  
 5b: 発電機用固定子巻線  
 13: 楔  
 41: 固定子磁極

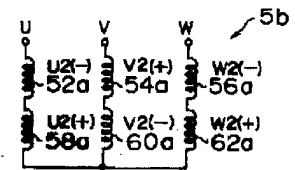
【図4】



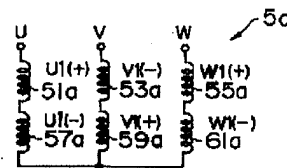
【図7】



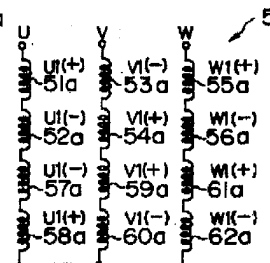
【図10】



【図9】



【図11】

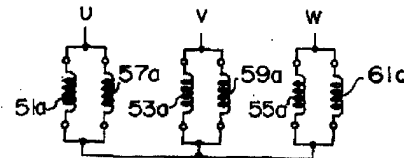


【図5】

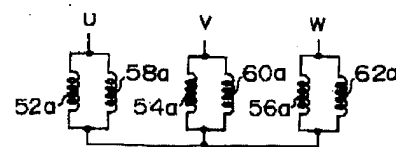
表 1

固定子巻線数 N	永久磁石の極数 P	巻線係数 K
12	8	0.866
	* 10	0.933
	* 14	0.933
	18	0.866
18	12	0.866
	* 14	0.883
	* 16	0.970
	* 20	0.970
	* 22	0.883
	24	0.866
24	16	0.866
	* 20	0.933
	* 22	0.983
	* 26	0.983
	* 28	0.933
	32	0.866

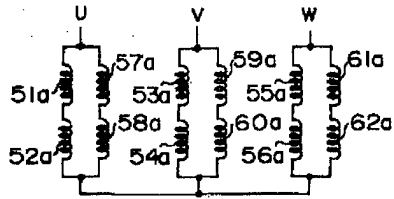
【図12】



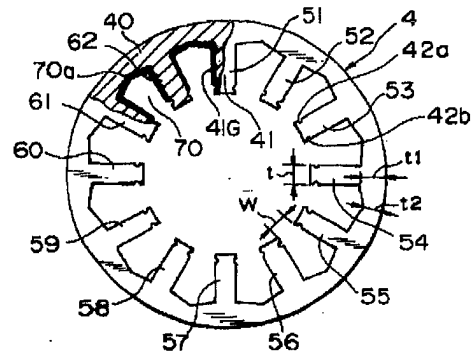
【図13】



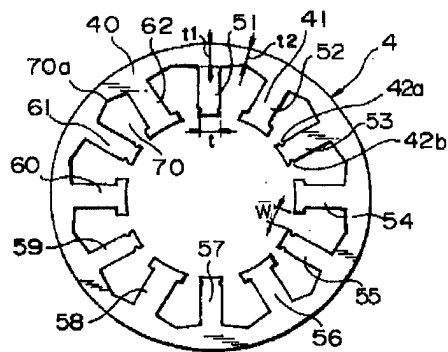
【図14】



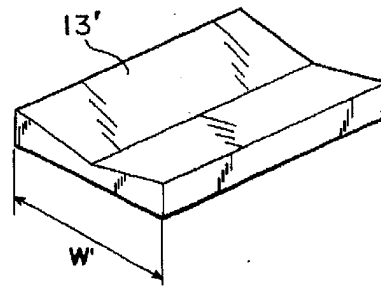
【図15】



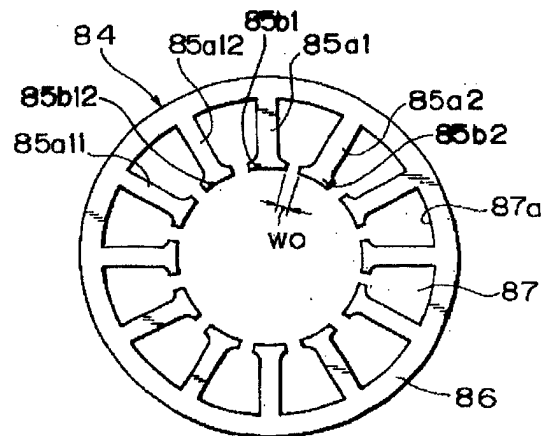
【図16】



【図18】



【図19】



【図17】

表 2

ケース	電動機用巻線		発電機用巻線	
	線 径	巻数 (ターン)	線 径	巻数 (ターン)
図 9 電動機用巻線	同 ( $\phi D1$ )	同 ( $N1 \times 2$ ) 異 ( $N1 + 0.9N1$ )		
図 9 と図 10 電動機又は 発電機用巻線	同 ( $\phi D1$ )	同 ( $N1 \times 2$ ) 異 ( $N1 + 0.9N1$ )	同 ( $\phi D2$ )	同 ( $1.6N1 \times 2$ ) 異 ( $1.6N1 + 1.5N1$ )
図 11 電動機又は発電機 ：直列	同 ( $\phi D1$ )	同 ( $0.5N1 \times 4$ ) 異 ( $0.8N1 \times 2$ $+ 0.2N1 \times 2$ )	同 ( $\phi D2$ )	同 ( $0.8N1 \times 4$ ) 異 ( $1.2N1 \times 2$ $+ 0.4N1 \times 2$ )
図 12 電動機用巻線 ：並列	同 ( $\phi D2$ )	同 ( $2N1 \times 2$ )	同 ( $\phi D3$ )	同 ( $3.2N1 \times 2$ )
図 12 と図 13 電動機又は発電機 ：並列	同 ( $\phi D2$ )	同 ( $2N1 \times 2$ )	同 ( $\phi D3$ )	同 ( $3.2N1 \times 2$ )
図 14 電動機又は発電機 ：直列したもの を並列	同 ( $\phi D2$ )	同 ( $N1 \times 4$ ) 異 ( $1.6N1 \times 2$ $+ 0.4N1 \times 2$ )	同 ( $\phi D3$ )	同 ( $1.6N1 \times 4$ ) 異 ( $2N1 \times 2$ $+ 1.2N1 \times 2$ )

## 〔備考〕

一相の巻線は 2 個又は 4 個の巻線単体を直列又は並列に接続して構成している。  
 線径：「同」とは、2 個又は 4 個の巻線単体の線径が同じであることを示している。  
 巻数：「同」とは、2 個又は 4 個の巻線単体の巻数が同じであることを示している。  
 ：「異」とは、2 個又は 4 個の巻線単体の巻数が異なることを示している。  
 ：巻数の欄の ( ) 内数字は、実施する巻数の一例を示したものである。  
 ( ) 内の数字は、巻数を表し、 $\times 2$  とは同一の巻数を対で用いることを意味し、 $\times 4$  とは同一の巻数を 4 個用いることを意味し、+ は夫々異なる巻数の巻線を用いることを意味する。  
 例えば、( $N1 \times 4$ ) とは、巻数が  $N1$  の巻線単体を 4 個用いることを意味し、( $1.6N1 \times 2 + 1.2N1 \times 2$ ) とは、巻数が  $1.6 N1$  の巻線単体を 2 個と、巻数が  $1.2 N1$  の巻線単体を 2 個とを結合させて用いることを意味する。

【手続補正書】

【提出日】平成10年4月27日

【補正方法】変更

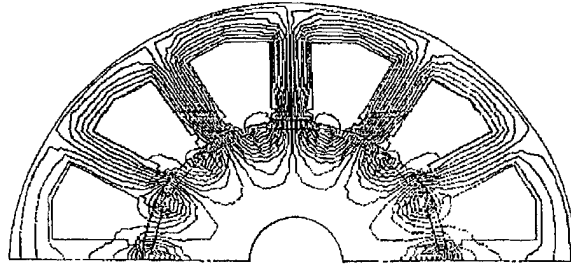
【手続補正1】

【補正内容】

【補正対象書類名】図面

【図4】

【補正対象項目名】図4



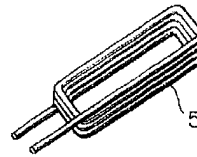
【手続補正2】  
 【補正対象書類名】図面  
 【補正対象項目名】図5  
 【補正方法】変更  
 【補正内容】  
 【図5】

表 1

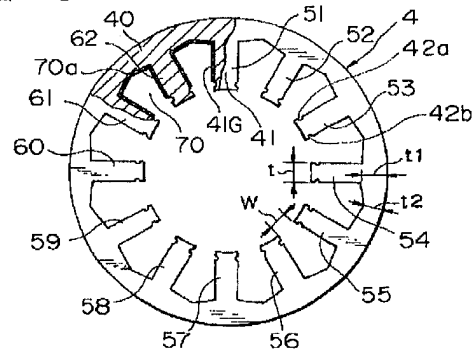
固定子磁極数 N	永久磁石の極数 P	巻線係数 K
12	8	0.866
	* 10	0.933
	* 14	0.933
	16	0.866
18	12	0.866
	# 14	0.883
	* 16	0.970
	* 20	0.970
	# 22	0.883
	24	0.866
24	16	0.866
	* 20	0.933
	* 22	0.983
	* 26	0.983
	* 28	0.933
	32	0.866

【手続補正3】  
 【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図6  
 【補正方法】変更  
 【補正内容】  
 【図6】



【手続補正4】  
 【補正対象書類名】図面  
 【補正対象項目名】図15  
 【補正方法】変更  
 【補正内容】  
 【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 石井 仁  
 群馬県桐生市相生町3-93番地 日本サー  
 ボ株式会社桐生工場内

(72)発明者 阿部 慶一  
 群馬県桐生市相生町3-93番地 日本サー  
 ボ株式会社研究所内

CLIPPEDIMAGE= JP411004553A

PAT-NO: JP411004553A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11004553 A

TITLE: PERMANENT MAGNET ROTATING MACHINE WITH CONCENTRATED  
WOUND STATOR

PUBN-DATE: January 6, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

ABUKAWA, TOSHIMI

ONISHI, KAZUO

SUZUKI, HIDEAKI

ISHII, HITOSHI

ABE, KEIICHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

JAPAN SERVO CO LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP10104443

APPL-DATE: April 15, 1998

INT-CL (IPC): H02K001/16;H02K003/487 ;H02K021/16

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a permanent magnet rotating machine with good safety in separated structure between motor and generator windings, large motor torque, and high generating voltage of the generator, by adopting an adequate number of turns of thick windings and a large winding coefficient of the stator winding made up of a stator magnetic pole number and a permanent magnet pole number.

SOLUTION: A magnetic pole 41 of a stator core 4 has a straight shape with a constant magnetic pole width, and a slot bottom surrounded

by the magnetic pole  
and a yoke 40 is made triangular. A stator winding made of  
winding 5 with a  
given turn number is molded to be engaged with the stator  
pole and mounted on  
the stator pole with an insulating material 6 in between.  
A wedge 13 made of  
insulating material is fitted to a small groove in the  
stator pole. Motor  
windings 5a are provided every other half the number of  
stator poles. In  
addition, generator winding 5b is provided at every  
remaining stator pole. In  
this case, the pole number (M) of the stator and the pole  
number (P) of the  
rotor have a relation;  $M:P=6n:(6n\pm 2)$  in the  
constitution, where n is an  
integer of 2 or above.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-004553  
(43)Date of publication of application : 06.01.1999

(51)Int. CI. H02K 1/16  
H02K 3/487  
H02K 21/16

(21)Application number : 10-104443 (71)Applicant : JAPAN SERVO CO LTD  
(22)Date of filing : 15.04.1998 (72)Inventor : ABUKAWA TOSHIMI  
ONISHI KAZUO  
SUZUKI HIDEAKI  
ISHII HITOSHI  
ABE KEIICHI

## (30)Priority

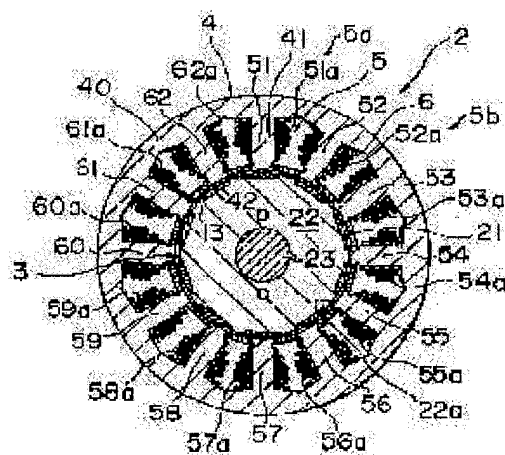
Priority number 09113595 Priority date 16.04.1997 Priority country JP  
: : :

## (54) PERMANENT MAGNET ROTATING MACHINE WITH CONCENTRATED WOUND STATOR

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a permanent magnet rotating machine with good safety in separated structure between motor and generator windings, large motor torque, and high generating voltage of the generator, by adopting an adequate number of turns of thick windings and a large winding coefficient of the stator winding made up of a stator magnetic pole number and a permanent magnet pole number.

SOLUTION: A magnetic pole 41 of a stator core 4 has a straight shape with a constant magnetic pole width, and a slot bottom surrounded by the magnetic pole and a yoke 40 is made triangular. A stator winding made of winding 5 with a given turn number is molded to be engaged with the stator pole and mounted on the stator pole with an insulating material 6 in between. A wedge 13 made of insulating material is fitted to a small



groove in the stator pole. Motor windings 5a are provided every other half the number of stator poles. In addition, generator winding 5b is provided at every remaining stator pole. In this case, the pole number (M) of the stator and the pole number (P) of the rotor have a relation;  $M:P=6n:(6n\pm 2)$  in the constitution, where n is an integer of 2 or above.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.06.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 01.06.1999

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 11-10566

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 01.07.1999

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998, 2000 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to permanent magnet rotation electrical machinery, especially the generated voltage of motor torque and a generator is large, and it is related with the permanent magnet rotation electrical machinery equipped with the concentrated-winding stator suitable for thick line coil-ization.

[0002]

[Description of the Prior Art] As for the rotation electrical machinery which uses a battery etc. as a power supply, a high current is energized by the low battery. For this reason, in order that the stator winding wound around the stator magnetic pole of this kind of rotation electrical machinery may make resistance smallness, the thick line coil is used. The stator used for this conventional kind of rotation electrical machinery is explained using drawing 19.

[0003] although drawing 19 is the cross-sectional view seen from the shaft orientations which show the stator 84 of the conventional rotation electrical machinery -- each 12 stator magnetic pole 85a1 to 85a12 -- the center from a yoke 86 -- turning -- a radial -- and it is formed in a hoop direction at equal intervals, and each point 85b1 to 85b12 of the stator magnetic pole 85a1 to 85a12 is formed in the configuration which spread in the hoop direction W0 is the slit width between the adjoining stator magnetic pole, 85a1 [ for example, ], and 85a2, and the configuration of pars-basilaris-ossis-occipitalis 87a of the slot 87 formed between each stator magnetic pole is formed in the radii configuration.

[0004] Generally, permanent magnet rotation electrical machinery has a stator magnetic pole, and the stator winding is arranged intensively at this magnetic pole. And at the conventional permanent magnet rotation electrical machinery, it is M about the ratio of the number M of magnetic poles of a stator, and the number P of magnetic poles of a permanent magnet :P = having been referred to as 3:2 was common. Furthermore, the coil for motors and the coil for generators are wound and arranged in the same slot.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, there were the following troubles with the rotation electrical machinery which has the above-mentioned conventional concentrated-winding stator.

(1) Since the slit width between the stator magnetic poles which adjoin since it is formed so that the point of a stator magnetic pole may spread in a hoop direction was narrow as shown in drawing 19, and the slit width which a nozzle passes was narrow in the stator of the conventional rotation electrical machinery when winding the thick line coil with which a stator magnetic pole is equipped using the nozzle of a winding machine, the width-of-face size of a nozzle was restricted and such a thick line coil was not able to be wound.

(2) Moreover, even if it was going to use the coil which carried out the bobbin volume of the thick line beforehand, the aforementioned slit width was not able to insert in the stator magnetic pole from the path center side of a stator according to a narrow thing.

[0006] (3) Furthermore, since a slot pars basilaris ossis occipitalis is a radii configuration, slot area is also small and the total number of winding of a coil is also restricted.

(4) moreover, several magnetic poles of a stator -- several magnetic poles of M and a permanent magnet -- the ratio of P -- M [ :P ] Since it was =3:2, cogging torque was large, and since the winding factor which moreover shows the rate of a deployment of a coil was as small as 0.866, motor torque was small and became the small rotation electrical machinery of the generated voltage of a generator.

(5) further -- several magnetic poles of a stator -- several magnetic poles of M and a permanent magnet -- the ratio of P -- M [ :P ] Since it is =3:2, the coil group for motors and the coil group for generators cannot be arranged to a separate stator magnetic pole, but both insulation is shared, and it is inferior to safety.

[0007] this invention aims at offering the permanent magnet rotation electrical machinery which has the concentrated-winding stator which solved the above-mentioned trouble of the conventional thing.

[0008]

[Means for Solving the Problem] The permanent magnet rotation electrical machinery which has the concentrated-winding stator of this invention In order to solve the above-mentioned technical problem, in a thing according to claim 1 The stator which looped around the coil the stator magnetic pole of the stator core which equipped the in-a-circle yoke with two or more stator magnetic poles arranged at the radial, respectively, In the rotation electrical machinery which has the concentrated-winding stator equipped with the rotator equipped with the permanent magnet which has two or more magnetic poles held free [ rotation ] through the opening at this stator, the width of face covers an overall length, and the magnetic pole of a stator core is a fixed straight configuration.

Prepare a sulculus in the almost symmetrical position of the both sides near [ the ] the nose of cam, and the pars basilaris ossis occipitalis of the magnetic pole which adjoined, and the slot demarcated in a yoke is formed in the shape of a triangle. The aforementioned stator magnetic pole was equipped with the stator winding which cast the coil which rolled the number of turns of a predetermined number possible [ attachment ] to the aforementioned magnetic pole through the insulator, and it considered as the composition which attached the wedge in the sulculus prepared in the aforementioned stator magnetic pole. According to this composition, the slit width between the stator magnetic poles which a stator magnetic pole adjoins as mentioned above by forming the slot pars basilaris ossis occipitalis in the shape of a triangle in the straight configuration where magnetic pole width of face is fixed also spreads. For this reason, the stator winding of the thick line by which the bobbin volume was carried out beforehand can be inserted in a stator magnetic pole from the shaft center side of a stator core. Furthermore, slot area can increase, therefore the total number of winding of a stator winding can be made to increase.

[0009] With the permanent magnet rotation electrical machinery which has a concentrated-winding stator according to claim 2, it considered as the composition which has arranged the coil for motors alternately in the moiety of a stator magnetic pole, and has arranged the coil for power generation to the stator magnetic pole of the remaining moieties similarly. If it is made such composition, an insulation of both the coils of the coil for motors and the coil for generators will be separated completely, and the rotation electrical machinery whose safety improved will be obtained. Moreover, a terminal treatment number can also be lessened.

[0010] It constituted from permanent magnet rotation electrical machinery which has a concentrated-winding stator according to claim 3 so that the number of turns of the coil for motors and the coil for power generation might be differed. By making it such composition, generator voltage can be beforehand enlarged in consideration of a part for the voltage drop by the load of a generator output.

[0011] It is  $\frac{2}{3} (P/M) < \frac{4}{3}$ , and the relation between the number M of magnetic poles of a stator and the number P of magnetic poles of the permanent magnet of a rotator consisted of permanent magnet rotation electrical machinery which has a concentrated-winding stator according to claim 4 so that it might become  $P \neq M$ . In the combination of such a range of M and P, the above-mentioned winding factor which shows the rate of a deployment of a stator winding is equivalent as compared with the conventional thing, or can acquire a large numeric value.

[0012] At the permanent magnet rotation electrical machinery which has a concentrated-winding stator according to claim 5, it is M about the relation between the number M of magnetic poles of a stator, and the number P of magnetic poles of the permanent magnet of a rotator :P It constituted so that it might become  $=6n: (6n^{**}2)$  (however, n is two or more integers). By 0.970 and  $n=4$ , since a winding factor serves as 0.983 and a big numeric value by  $n=2$  by having made it such a ratio of M and P, big motor torque and power generation voltage are obtained, and, moreover, cogging torque serves as small rotation electrical machinery 0.933 and  $n=3$ .

[0013]

[Embodiments of the Invention] The gestalt of 1 operation of the permanent magnet rotation electrical machinery which has the concentrated-winding stator of this invention is explained using drawing 1. Drawing 1 is drawing of longitudinal section in which cutting the part which shows the gestalt of operation of the above-mentioned permanent magnet rotation electrical machinery of the three phase circuit concerning this invention, and lacking and showing it.

[0014] In this drawing, the permanent magnet rotation electrical machinery 1 of this invention consists of a stator 2 and a rotator 3. The stator 2 is pulled out through the bush 9 where the cable 10 electrically connected with the output terminal 8 of the insulator 6 with which a stator core 4, a stator winding 5, and a stator winding 5 are insulated, the connection board 7 which connects the terminal line (not shown) from a stator winding 5, and the connection board 7 was fixed to the front cover 11. Moreover, the front cover 11 which prepared radiation-fin 11a which fixed the stator core 4 to inner skin in the ends of shaft orientations, and a front cover 11 and the rear cover 12 which fitted in are arranged.

[0015] On the other hand, the permanent magnet 21 which counters a stator core 4 through an opening is fixed to a rotor core 22, and a rotor core 22 is pressed fit in a shaft 23, or the rotator 3 is being fixed by the key (not shown). On the other hand, the pressure plate 24 of the shaft orientations of a rotor core 22 which specifies the shaft-orientations position of a rotor core 22 is being fixed to the edge by only nut 25b which can be thrust into a shaft 23. Moreover, the tie-down plate 27 which fixed the magnet 26 for magnetic pole position detection used as the same pole as a permanent magnet 21 to the another side edge of a rotor core 22 is arranged.

[0016] Here, from the end face of a permanent magnet 21, the magnet 26 for magnetic pole position detection has a predetermined opening distance in shaft orientations, and is arranged. Ball bearings 28a and 28b were formed, and it has inserted in the bore section of a front cover 11 and a rear cover 12, and has fitted into the ends of a shaft 23 at it, respectively. It is fixed so that it may not move to shaft orientations by nut 25c which ball bearing 28a has an inner ring of spiral wound gasket screwed by nut 25a, and screws an outer ring of spiral wound gasket in the front-cover bore section.

[0017] The substrate 29 which has arranged the magnetic pole position transducer 26 which detects the position of the permanent magnet 21 of a rotator 3 is being fixed to point 11b which counters the magnet 26 for magnetic pole position detection, and shaft orientations through an opening at the permanent magnet 21 of the bearing bearing portion of a front cover 11. Generally, this magnetic pole position transducer consists of a Hall IC, a hall device, etc., and is formed in the three-piece circumferencial direction in the 120 machine angles pitch.

[0018] Next, the cross-sectional view of the permanent magnet rotation electrical machinery 1 which has the concentrated-winding stator of this invention which formed the coil for motors and the coil for generators in drawing 2 as a stator winding 5 is shown. Moreover, the cross-sectional view of a stator

core 4 used for drawing 3 at the permanent magnet rotation electrical machinery 1 of this invention is shown. In drawing 2 and drawing 3, a stator 2 consists of wedges 13 which served both as a stator core 4, the insulator 6 which is the insulator of a stator winding 5 and a stator winding 5, fall prevention of a stator winding 5, and the insulation.

[0019] Furthermore, the structure of each part is explained using drawing 2 and drawing 3. First, a stator core 4 consists of stator magnetic poles 41 equipped with 12 magnetic poles to which the sign from the stator-core yokes 40 and 51 to 62 was given. Next, as shown in drawing 3, two slots 42a and 42b are established in the bore side point of the stator magnetic pole 41, and as for the cross-section configuration, magnetic pole thickness  $t$  consists of straight configurations of direction of diameter of inside and outside common 1 thickness so that even a base may serve as the same configuration from a nose of cam. Thus, since the configuration of the stator magnetic pole 41 was made into the straight configuration, the slit section size  $W$  between the adjoining stator magnetic poles 41 (for example, between the magnetic pole number 55 and 56) can be formed so that it may become larger than the slit size  $W_0$  of the conventional example shown in drawing 19 </A> .

[0020] Moreover, the cross-section configuration of pars-basilaris-ossis-occipitalis 70a of the outer-diameter direction of a slot 70 where a stator winding 5 is arranged is formed not the radii configuration from the conventional shaft center but in the shape of [ which were connected in a straight line like illustration ] a triangle. For this reason, the thickness of the center section of the yoke 40 between stator magnetic poles of the direction thickness of a path of the yoke 40 of a stator core is as small as  $t_2$  to the thickness  $t_1$  of the yoke 40 of the stator magnetic pole 41. Thus, the cross section of a slot 70 can be enlarged by having made the configuration of slot pars-basilaris-ossis-occipitalis 70a into the shape of a triangle.

[0021] The rotator 3 which counters through a stator core 4 and an opening consists of rotor cores 22 which carry out the laminating of the permanent magnet 21 and thin griddle of ten poles (or 14 very), and become as shown in drawing 2. In addition, as shown in Table 1 of drawing 5 mentioned later, a stator magnetic pole is a winding factor with the magnetic pole of 12 permanent magnets same on ten poles or no less than the 14 poles.

[0022] Each permanent magnet 21 does not prepare a shrinkage ring in the outer-diameter section, but comes to counter with a stator core 4 through the areola soon. Moreover, a permanent magnet 21 is an abbreviation trapezoidal shape, is inserted in the reverse trapezoidal-shape slot of a rotor core 22, and is fixed with adhesives etc. In addition, the inferior surface of tongue which touches nothing and a rotor core 22 in the upper surface which counters the cross-section configuration of a permanent magnet 21 through a stator core 4 and an opening like illustration as it is circular is flat, fixing with a rotor core 22 can constitute firmly, and it has the feature which can be manufactured cheaply while it will bring the magnetic-flux distribution of an opening close to a sine wave, if a both-sides side is formed so that a taper may be attached.

[0023] About the number  $M$  of magnetic poles of the stator of this invention, and the number  $P$  of magnetic poles of the permanent magnet of a rotator, much combination is possible. It becomes as it is shown in the table 1 showing the relation between the combination of  $M$  and  $P$ , and a winding factor in drawing 5 when it calculates in the range of a relation which is  $(2/3) (P/M) < (4/3)$ , and serves as  $P=M$  in examination of how to select the combination of this  $M$  and  $P$ . According to Table 1, it turns out that the winding factor of all the combination of  $M$  and  $P$  is 0.866 or more.

[0024] therefore, the value same with the rotation electrical machinery with which the ratio of  $M$  and  $P$  has the conventional concentrated-winding stator of 3:2, since a winding factor  $K$  is 0.866 as mentioned above as the combination of  $M$  and  $P$  currently carried out conventionally -- or the high numeric value beyond it is shown Especially the thing that gave the sign of \* to the column of magnetic pole several  $P$ " of "permanent magnet shows the combination used as the maximum winding factor  $K$ .

[0025] It is  $M$  when this winding factor  $K$  expresses the relation of the combination of the number  $M$

of magnetic poles of a stator and the number P of magnetic poles of a permanent magnet used as the maximum by the general formula  $P = 6n$  (where  $n$  is two or more integers). However,  $n$  is two or more integers. Moreover, subsequently to the combination of the winding factor K maximum [above-mentioned] in what gave the sign of # to the column of magnetic pole several P of "permanent magnet of Table 1, the winding factor K shows a large combination of M and P.

[0026] By the above examination, the gestalt of operation of this invention explained below explains the composition which adopted the combination which set the number P of magnetic poles of 12 and a permanent magnet to 14 for the number M of the stator magnetic pole of Table 1.

[0027] The magnetic-flux distribution map of 1/2 cross section in the magnetic field analysis in the case of the permanent magnet 21 of 12 stator magnetic poles 41 and 14 poles used for drawing 4 in the example of the permanent magnet rotation electrical machinery 1 which has the concentrated-winding stator of this invention is shown. in drawing 2, on account of illustration, although the permanent magnet 21 shows the case of ten poles, it turns out that this drawing 2 and the magnetic-flux distribution map of drawing 4 are compared -- as -- magnetic flux -- the stator magnetic pole 51 to an opening -- a passage -- a permanent magnet 21 and a rotor core 22 -- having passed -- after -- respectively -- the permanent magnet 21 and opening of a unlike pole -- a passage -- the stator magnetic pole 52 -- said -- it is divided into 62 and returns to the stator magnetic pole 51

[0028] For this reason, if a stator winding 5 is arranged to the stator magnetic pole 51 and the stator magnetic pole 57 of a 180-degree position which counters, since magnetic flux will interlink to a stator winding 5, a part for one phase of the motor of a three phase circuit and a generator can be constituted. Moreover, a winding factor serves as 0.933 and a large value also by this case.

[0029] Moreover, since there is no inclusion with the stator magnetic pole 41 and a permanent magnet 21 more magnetic than the magnetic-flux distribution map shown in drawing 4 and there is almost no magnetic leakage flux between the permanent magnets 21 which adjoin by having countered with the opening soon, it turns out that there is much effective magnetic flux.

[0030] It returns to drawing 2 and arrangement of the stator winding 5 which is another feature in this invention is explained. A stator winding 5 consists of 12 of stator winding 5a for six motors, and stator winding 5b for six generators. It is alternately equipped with stator winding 5a for motors to the magnetic pole numbers 51, 53, 55, 57, 59, and 61 of the stator magnetic pole 41 like illustration. Moreover, it is equipped with stator winding 5b of a generator to the magnetic pole numbers 52, 54, 56, 58, 60, and 62 of the remaining stator magnetic poles 41.

[0031] Therefore, in drawing 2, 51a, 53a, 55a, 57a, 59a, and 61a show stator winding 5a for motors summarized, respectively, and 52a, 54a, 56a, 58a, 60a, and 62a show stator winding 5b for generators. Beforehand, as shown in drawing 6 using a coil fixture, the bobbin volume of the stator winding 5 which consists of each stator winding 5a for motors and stator winding 5b for generators is carried out, and two per one coil are pulled out for the terminal line in the start of a volume, and the end of a volume.

[0032] The perspective diagram of the insulator 6 of L cross-section configuration which consists of an insulator with which each stator magnetic pole 41 is equipped at drawing 7 is shown. The insulator 6 with which the cross section shown in drawing 7 which wraps in this stator magnetic pole 41 equipped with the rectangular hole the stator magnetic pole 41 shown in drawing 2 is inserted every stator magnetic pole 41, and stator winding 5a for motors and stator winding 5b for generators are further inserted in each predetermined stator magnetic pole 41 through an insulator 6. The state after insertion of an insulator 6 is shown in drawing 2.

[0033] After inserting a stator winding 5, the wedge 13 of the shape of sheet metal shown in drawing 8 which changes from an insulating material to the slot 42 of the stator magnetic pole 41 is inserted from shaft orientations, and is used for an insulation and fall prevention of a coil 5. After inserting a wedge 13, a stator winding 5 is fixed by the varnish or mould material. The connection diagram of stator winding 5a for motors is shown in drawing 9. In stator winding 5a for motors, in a

three-phase-circuit permanent-magnetic motor, a coil consists of the three phase circuit of U, V, and W phase.

[0034] U phase is the magnetic pole number 51 (only henceforth the stator magnetic pole 51) of the stator magnetic pole 41. U1 (+) of stator winding 51a arranged giving the indication same about other magnetic pole numbers, and stator winding number 57 of stator winding 5a arranged to stator magnetic pole 51 and stator magnetic pole 57 of 180-degree opposite position a (only henceforth stator winding 57a) U1 (-) which gives an indication with the same said of other coil numbers is connected in series, and U phase is constituted.

[0035] Next, V1 (-) of stator winding 53a by which V phase has been arranged at the stator magnetic pole 53, and V1 (+) of stator winding 59a arranged to the stator magnetic pole 59 of a 180-degree opposite position are connected in series, and V phase is constituted. Similarly, W1 (-) of stator winding 61a arranged at the stator magnetic pole 61 of the position which counters W1 (+) and it of stator winding 55a by which W phase has been arranged at the stator magnetic pole 55 180 degrees is connected in series, and W phase is constituted. It connects and the end terminal of a volume of the stator windings 57a, 59a, and 61a of U, V, and W phase serves as the neutral point. The sign of (+) and (-) shows the winding direction of a coil here, in (+), a clockwise rotation is shown and (-) shows a counterclockwise rotation.

[0036] The connection diagram of stator winding 5b for generators is shown in drawing 10 . In stator winding 5b for generators, a coil consists of a three phase circuit of U, V, and W phase with a three-phase-circuit permanent magnet generator. U2 (-) of stator winding 52a by which U phase has been arranged at the stator magnetic pole 52, and U2 (+) of the stator magnetic pole 52 and stator winding 58a arranged to the stator magnetic pole 58 of an opposite position 180 degrees are connected in series, and U phase is constituted. Next, V2 (+) of stator winding 54a by which V phase has been arranged at the stator magnetic pole 54, and V2 (-) of stator winding 60a arranged to the stator magnetic pole 60 of an opposite position 180 degrees are connected in series, and V phase is constituted. Similarly, W2 (-) of stator winding 56a by which W phase has been arranged at the stator magnetic pole 56, and W2 (+) of stator winding 62a arranged to the stator magnetic pole 62 of an opposite position 180 degrees are connected in series, and W phase is constituted.

[0037] It connects and the end terminal of a volume of the stator windings 58a, 60a, and 62a of U, V, and W phase serves as the neutral point of a generator. A sign (+) and (-) show the winding direction of a coil like the case of coil 5a for motors, in (+), a clockwise rotation is shown and (-) shows a counterclockwise rotation. Thus, with the permanent magnet rotation electrical machinery 1 which has the concentrated-winding stator of this invention, since stator winding 5a for motors and stator winding 5b for generators are arranged alternately at the separate stator magnetic pole 41, both insulation is separated completely.

[0038] It is good as for  $N1 < N2$  so that  $N2$  winding of stator winding 5b for generators may enlarge power generation voltage beforehand to  $N1$  winding of stator winding 5a for motors in consideration of a part for the voltage drop not only in the number of the same winding but the load of a generator output.

[0039] At the gestalt of above-mentioned operation, for the number  $P$  of magnetic poles of 12 pieces and a permanent magnet, the number  $M$  of magnetic poles of a stator is [ the permanent magnet rotation electrical machinery 1 which has the concentrated-winding stator of this invention ]  $M$ , although it is the thing of 14 poles and being explained :  $P = 0.933$  of the same winding factor is obtained also for the thing of  $M = 12$  pieces and  $P = 10$  pole constituted from conditions of  $6n$ : ( $6n^{**2}$ ). However,  $n$  is two or more integers.

[0040] Although the bobbin volume of the clockwise rotation and stator winding 57a is carried out counterclockwise, stator winding 51a which constitutes U phase of stator winding 5a for motors connects the volume start of 57a with the volume end of stator winding 51a and it consists of phases of U1 (+) and U1 (-) If the bobbin volume of the stator windings 51a and 57a is carried out in the

same winding direction (for example, the direction of a clockwise rotation) and the volume end of stator winding 51a and the volume end of coil 57a are connected, the phase of U1 (+) and U1 (-) will be obtained. As mentioned above, the required composition phase of a stator winding 5 is obtained also for U of stator winding 5b for V of other stator winding 5a for motors, W phase, and generators, V, and W phase by the same method.

[0041] It can equip with the coil 5 by which the bobbin volume was carried out since the slit width between contiguity stator magnetic poles became large also as the shape of a taper with which magnetic pole width of face becomes small as it replaces with this although, as for the stator magnetic pole 41, magnetic pole width of face covered the overall length as mentioned above and being considered as the fixed straight configuration, and the magnetic pole width of face by the side of the yoke 40 of a stator core is large and it goes to a bore side smoothly to a magnetic pole 41. Moreover, the permanent magnet rotation electrical machinery which has the concentrated-winding stator of this invention shown with the gestalt of the above-mentioned implementation is the case where it considers as the composition of the motor which has arranged stator winding 5a for motors alternately in the half of the number M of the stator magnetic pole 41, and prepared stator winding 5b for generators in the remaining half, and a generator.

[0042] by the way, a motor -- the composition which arranges stator winding 5a for motors alternately in the half of the number M of the stator magnetic pole 41, and arranges stator winding 5a for motors also to the stator magnetic pole 41 of the remaining half in order to consider as the rotation electrical machinery which has an independent concentrated-winding stator -- then, it is good It becomes the composition which similarly arranges stator winding 5b for generators alternately in the half of the number M of the stator magnetic pole 41, and arranges stator winding 5b for generators also to the stator magnetic pole 41 of the remaining half, then the rotation electrical machinery which has a generator independent concentrated-winding stator. Here, let the number of winding of the stator winding 5 for motors, and generator coil 5b be the double precision in front.

[0043] As shown in the coil connection diagram of drawing 11, insertion arrangement of the 12 stator windings 5 which consist of the thick line which carried out the bobbin volume beforehand is carried out at 12 stator magnetic pole 41 total. U phase by four of U1 [ of stator winding 51a / of U1(+)52a / of U1(-)57a ] (+) of U1(-)58a V phase next, by four of V1 [ of stator winding 53a / of V1(-)54a / of V1(+)59a ] (-) of V1(+)60a Furthermore, W phase is constituted from four of W1 [ of stator winding 55a / of W1(+)56a / of W1(-)61a ] (-) of W1(+)62a, and the composition connected in series for every phase, then the rotation electrical machinery which has a concentrated-winding stator used as an independent motor and a generator similarly are obtained.

[0044] Drawing 9, drawing 10, and drawing 11 are schematics of a stator winding used for the rotation electrical machinery which has the concentrated-winding stator of this invention, respectively. a whole set line independently by the way, as coil 5 for motors a Or although the case where the coil 5 in phase is connected in series is shown, respectively when it forms as coil 5 for generators b, or when coil 5 for motors a or coil 5b for generators is used independently, the coil 5 in phase is also connectable in parallel. By drawing 12, as a stator winding 5 used for the permanent magnet rotation electrical machinery of this invention, namely, coil 5a for motors Drawing 13 shows the connection diagram at the time of connecting a coil simple substance for coil 5b for generators in parallel, respectively, and forming one phase, and drawing 14 shows the case where connected in parallel what made the coil 5 in-series, and one phase is formed, in the independent machine of coil 5 for motors a, or coil 5b for generators by it. Moreover, what made the coil 5 parallel may be connected in series, and one phase may be formed.

[0045] In addition, although it is necessary to make it the number of turns of each coils 5a and 5b turn into the same number when connecting in parallel, an example of coil 5a for motors, the wire size of each coil of coil 5b for generators, and the relation of number of turns is shown in Table 2 of drawing 17 about the example of connection shown in drawing 9 or drawing 11 and drawing 12, or drawing

14 . As for  $\phi D1$  and  $\phi D2$ , in this \*\*, the following (1) formula,  $\phi D2$ , and  $\phi D3$  have the relation of the following (2) formulas.

Cross-section [ of  $\phi D2$  ] = (cross section of  $\phi D1$ )/2 ..... (1)

Cross-section [ of  $\phi D3$  ] = (cross section of  $\phi D2$ )/2 ..... (2)

[0046] Although the magnetic pole 41 of a stator core 4 was equipped with the insulator 6 and it has equipped with the stator winding 5 through this insulator 6 with the structure of a stator 2 shown in drawing 2 If it constitutes in the magnetic pole which gave discontinuous construction 41G which made coats, such as synthetic resin, adhere to the inner circumference side of the magnetic pole 41 of a stator core 4 as shown in drawing 15 With the permanent magnet rotation electrical machinery which serves as substitution of an insulator 6 by these discontinuous construction 41G, therefore has the concentrated-winding stator of this invention, the composition which omitted the insulator 6 to the magnetic pole 41 of a stator core 4 is also considered.

[0047] The eddy current loss generated in the permanent magnet by depression of the flux density of the stator magnetic pole slots 42a and 42b can be reduced by permeability being larger than air, for example, using the magnetic wedge which laminate-ized synthetic resin and iron powder by heating and pressurization instead of the wedge 13 of the shape of sheet metal by the aforementioned insulating material shown in drawing 8 . For this reason, mitigation of the temperature rise of a rotator 3, and the improvement in efficiency of the rotation electrical machinery 1 and also vibration and reduction of noise can be performed.

[0048] As a magnetic-wedge configuration is shown in drawing 18 other than the shape of sheet metal shown in drawing 8 on the other hand, magnetic-wedge 13' constituted in the V character block configuration of width-of-face W' which made board thickness of a center section thin, then the magnetic flux revealed between the contiguity stator magnetic poles 41 can be decreased mostly. As the configuration of a stator core 4 is shown in drawing 16 unlike drawing 3 , magnetic pole width of face arranges by turns the magnetic pole of a fixed straight configuration, and the magnetic pole which formed the pole shoe at the nose of cam, equips the magnetic pole of a straight configuration with the coil 5 cast beforehand, and can twist a coil around the magnetic pole in which the pole shoe was formed, by the nozzle of a winding machine.

[0049]

[Effect of the Invention] Since the permanent magnet rotation electrical machinery which has the concentrated-winding stator of this invention was constituted as mentioned above, it has the following outstanding effects.

(1) Since the rotation electrical machinery of this invention has the large slit width size between the adjoining stator magnetic poles and the stator winding of the thick line by which the bobbin volume was carried out beforehand can be inserted in a stator magnetic pole from the path center side of a stator core, a wirewound resistor becomes small and the few rotation electrical machinery of loss is obtained by high power.

(2) Since slot area increases and the number of winding of a stator winding can be increased by having made the configuration of a slot pars basilaris ossis occipitalis into the shape of a triangle, big motor torque and power generation voltage are obtained.

(3) several magnetic poles of a stator -- several magnetic poles of M and a permanent magnet -- the ratio of P -- M [ :P ] By consisting of  $=6n: (6n^{**}2)$ , a winding factor becomes large with 0.933 and big motor torque and power generation voltage are obtained. Moreover, cogging torque serves as small rotation electrical machinery. However, n is taken as two or more integers.

[0050] (4) Since both insulation is completely separated by having arranged the stator winding for motors, and the stator winding for generators, respectively with the number (M/2) of the half of the number M of magnetic poles of a stator, safety improves. Moreover, connection working hours with a connection board can be shortened according to there being few terminal treatment numbers.

(5) When the stator core and the permanent magnet have countered soon through an opening, there is

little magnetic leakage flux of a permanent magnet. Therefore, effective magnetic flux increases, big motor torque is acquired, and an inductance also becomes small.

(6) By constituting so that the number of winding of the coil for motors and the coil for generators may be differed, generator voltage can be beforehand enlarged in consideration of a part for the voltage drop by the load of a generator output.

---

[Translation done.]

JAPANESE

[JP,11-004553,A]

---

CLAIMS DETAILED DESCRIPTION TECHNICAL FIELD PRIOR ART EFFECT OF THE  
INVENTION TECHNICAL PROBLEM MEANS DESCRIPTION OF DRAWINGS DRAWINGS

---

[Translation done.]

JAPANESE

[JP,11-004553,A]

---

CLAIMS DETAILED DESCRIPTION TECHNICAL FIELD PRIOR ART EFFECT OF THE  
INVENTION TECHNICAL PROBLEM MEANS DESCRIPTION OF DRAWINGS DRAWINGS

---

[Translation done.]